

SKLO A SMALT

1. Co je to sklo?

Sklo je obecně tuhý roztok směsi solí alkalických kovů a kovů alkalických zemin se sloučeninami křemíku.¹ Jedná se o hmotu vyznačující se světelnou propustností, leskem, lámavostí paprsků, chemickou a tepelnou odolností, malou tepelnou a elektrickou vodivostí, tvrdostí, ale současně tříštitelností.² Zároveň je možné ho libovolně tvarovat, řezat či brousit, což tvoří výborné předpoklady pro širokou škálu využití.

Z hlediska struktury je to amorfni tuhá kapalina, tzn. netvoří krystalickou mřížku. Toho je dosaženo pomocí postupného snižování teploty taveniny. Se snižováním teploty současně roste viskozita – další charakteristická vlastnost skla. Skelné částice se pohybují čím dál obtížněji, až je jejich pohyb zcela znemožněn, skelná masa ztuhne a zafixuje tím chaotické uspořádání částic.³

2. Co je to smalt?

Smalt (email) je křemičitá tavenina příbuzná sklu (barevná sklovina) vznikající protavením zásaditých a kyselých oxidů a nanesená na kovovou nebo keramickou podložku.⁴ Smaltování se uplatňuje v užitém umění jako tradiční výzdobná technika, ale od 19. století se používá i jako povrchová úprava kovů, které jsou tak chráněny před korozi a povětrnostními vlivy.

3. Výroba skla

Sklo se vyrábí tzv. utavením sklářského kmene (vsázky) ve sklářské peci. Základní surovinou sklářského kmene jsou přírodní sklářské písky (př. křemenný písek SiO_2). Tyto písky jsou upravovány drcením, praním a tříděním, aby se docílilo požadované zrnitosti nebo minerálního a chemického složení. Součástí směsi na výrobu běžných skel jsou také CaO , Na_2O a K_2O , které se do kmene dodávají ve formě nerostných nebo chemicky připravených surovin (CaCO_3 , Na_2CO_3 apod.)⁵

Sklo se taví při teplotě 1450 – 1550°C, boritokřemičité při teplotě 1630°C a křemenné sklo až při teplotě 2000°C. V případě smaltů jsou teploty tavení nižší – pohybují se okolo 1000 – 1400°C. Tavení má tři fáze:

- i. Roztavení sklářského kmene. Vzniká homogenní, kapalná sklovina obsahující nežádoucí bublinky CO_2 .⁶
- ii. Čeření. Přidáním čeridel dochází k úniku bublinek.
- iii. Ochlazení.

Teprve po čeření a ochlazení skla dochází k jeho dalšímu zpracování (foukání, lití, zpracování apod.)

1 Nikitin M. K. - Melnikova E. P., *Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi*, Brno 2013, s. 170.

2 Volf M. B., *Sklo: podstata, krása, užití*, Praha 1947, s. 19.

3 Ibidem.

4 Nikitin, cit. v pozn. 1, s. 166.

5 Kratochvíl B., *Úvod do studia materiálů*, Praha 2005.

6 Ibidem.

Základní složení historických skel⁷

46 – 57 % SiO₂ (křemičitý sklářský písek)

15 – 25 % K₂O/Na₂O (živce, soda, natron, popel z mořských řas nebo buku)

12 – 20 % CaO (vápenec)

Teplota tání se pohybovala okolo 700°C.

Barvení a odbarvování

Barevná skla se získávají přidáním kovů či oxidů kovů do skelné směsi během procesu výroby. Barvení skel ionty Fe, Mn, Cu a Co byly běžné už ve středověku. Tehdy výsledné sklo záviselo na kvalitě surovin, proto vznikala skla v modrozelených a žlutozelených odstínech. Objevují se ale i skla čirá, u kterých došlo k tzv. fyzikálnímu odbarvení přidávkem burelu (MnO₂). Lidskému oku se pak sklo jeví v čirém až šedém odstínu.⁸

Stejně jako v případě skla, jsou i smalty barveny přidáním malého množství oxidů nebo solí kovů, popřípadě kaliv ve formě prášku. (příklady viz prezentace)

4. Typy poškození⁹

- a) Mechanické poškození
(zahrnuje poškrábání, rozbití způsobené např. neopatrnou manipulací nebo nevhodnými podmínkami uložení)
- b) Devitrifikace (mineralizační proces)
= přechod skla z amorfni do krystalické formy (většinou způsobené ložiskem na základě výrobní vady)
- c) Hydrolytická degradace
- vzniká vlivem adsorpce vodní páry k povrchu skla; jedná se o vyluhování alkálií (zejm. Na a K). Projevuje se nejprve opalizující nebo bělavou vrstvičkou, následně šupinkami. Zvyšuje se hygroskopicitu a zrychluje degradační proces. Příčinou bývá vlhkost (nevhodné uložení, absence pravidelné péče).
- d) Půdní koroze
- vzniká spolupůsobením vlhkosti a látek obsažených v půdě. Narušuje se vazba Si-O-Si a vzniká gel kyseliny křemičité Si-OH (při pH 7-10). Naopak v silně kyselém prostředí dochází ke změně vazby Si-O-Na/K na Si-H. Výsledný charakter a vzhled korozní vrstvy ovlivňují různé látky - jako nebezpečné jsou označeny NH₃, PO₄ či Fe³⁺. Poškozené vrstvy mění barvu (typicky jsou stříbřité až okrově bílé), tvrdnou a odlupují se od skleněného jádra.

⁷ Konzervace a restaurování skla, prezentace Slezské univerzity v Opavě [online]: , vyhledáno 11. 10. 2015.

Historický vývoj výroby skla (suroviny a tvarování) viz Cílová Z., *Materiály památkových objektů – Sklo*, materiály VŠCHT [online], s. 3-5.

⁸ Cílová, cit. v pozn. 7, s.5 a 10.

⁹ Konzervace a restaurování skla, cit. v pozn. 7.

- e) Solarizace¹⁰
= změna původně bezbarvého nebo mírně zbarveného skla působením slunečního záření; přímo souvisí se způsobem odbarvování.

5. Konzervování a restaurování

Průzkum¹¹

- a) Materiály použité při výrobě a používání předmětu; tvar a způsoby výzdoby (typ skla, technologie výroby, povrchová úprava)
Metody: optická mikroskopie, instrumentální analytické metody – především spektrální analýzy
- b) Nálezové skutečnosti
(podmínky, ve kterých se předmět nacházel, určení pH půdy)
- c) Materiály druhotných zásahů (při rekonzervaci)
- d) Zhodnocení aktuálního stavu předmětu
(koroze, hmotnost, rozměry, barva, pevnost...)

Zásah¹²

- a) Odmaštění a čištění
Při volbě postupu je nutné zohlednit stav předmětu (viz Průzkum a) a d)).
- destilovaná voda
 - technika stěrů
 - „suchá“ technika (tužka se skleněnými vlákny)
 - směsi vody a alkoholů, alkoholů, ředěné kyseliny (individuální! Používá se 3-5% roztok HCl nebo HNO₃ či 10-15% roztok NaOH) → po zásahu vždy nutné opláchnout destilovanou vodou!

Omyté předměty se následně suší při laboratorní teplotě, popřípadě lze použít papírové ručníky.

b) Lepení a konsolidace

Kritéria vhodných lepidel:

- podobné indexy lomu
- bezbarvost
- chemická inertnost
- žádné (nebo minimální) poškození předmětu při aplikaci či stárnutí
- reverzibilita

Pro lepení skla existují 2 základní lepicí systémy:

- i. akrylátová lepidla (př. PARALOID B-72)
 - vhodná pro archeologická skla
 - reverzibilita a stabilita
 - nízká pevnost

10 Cílová, cit. v pozn. 7, s. 10.

11 *Konzervace a restaurování skla*, cit. v pozn. 7.

12 Cílová, cit. v pozn. 7, s. 11 – 16.

- ii. epoxidová lepidla (př. HXTAL NYL-1, EPOTEK 301-2)
- vhodná pro čirá skla bez známek koroze
 - diskutabilní reverzibilita
 - vysoká pevnost
 - horší odolnost vůči UV záření (důležité mít na paměti při uložení)

Postupy:

- tzv. předlepení pomocí lepicí pásky, kovových sponek či plastelíny (lepidlo se aplikuje přímo do spár, především pro epoxidová lepidla)
- postupné lepení střepu ke střepu (předpoklady pro kvalitní spoj jsou čisté lepené plochy a očištění případných přetoků)

Konsolidace (= celkové zpevnění) se podle nejnovějších trendů používá pouze v krajních případech, kdy hrozí celkové zborcení.¹³ Ideální je pro tyto případy PARALOID B-72 či VEROPAL D709, který je podobně stabilní vůči UV záření a vlhkosti.¹⁴

c) Doplnění ztrát, popř. závěrečná ochranná vrstva

Preventivní konzervace a vhodné uložení

Pro sklo jako materiál podléhající degradaci je doporučováno uskladnění ve stálých podmínkách bez náhlých výkyvů jak relativní vlhkosti (doporučená hodnota je 40-50%), tak teploty (ideálně 15-25 °C). Prostředí by rovněž mělo být zajištěno proti pevným a plynným znečišťujícím látkám (prachotěsné skříně) a odstíněno od zdrojů UV záření.¹⁵ Při prezentaci by intenzita světla neměla překročit 100 000 lx.h/rok a podíl UV záření 75 μW/lm.¹⁶ S předměty manipulujeme pouze v čistých protiskluzových bavlněných nebo latexových rukavicích.

13 Cílová, cit. v pozn. 7, s. 11.

14 Ibidem, s. 16.

15 Cílová, cit. v pozn. 7, s. 17.

16 *Konzervace a restaurování skla*, cit. v pozn. 7.